CIPPUS (ISSN2238-9032)
http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/cippus
Canoas, v. 13, n. 1, 2025
http://dx.doi.org/10.18316/cippus.v13i1.11995

UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DE ÁREA SUPERFICIAL ULILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM MATÉMÁTICA, QUIMICA E FÍSICA

Andresa Freitas[1]
Yasmine Miguel Serafini Micheletto Miguel Serafini Micheletto[2]
Rayssa Predebon Brunoro[3]
Ronei Rudke[4]
Vitor Augusto Costa e Souza[5]
Vivian Machado de Menezes[6]

RESUMO: Este trabalho aborda, de forma interdisciplinar, o conceito de área superficial, conectando a teoria matemática com práticas de matemática, química e física. São apresentadas atividades práticas e experimentos, utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso, que podem manter a atenção do educando por mais tempo e facilitar a compreensão dos conteúdos, além de tornarem as aulas mais atrativas. Na matemática, o Teorema de Pitágoras é explorado como um modelo didático interativo, demonstrando visualmente suas relações geométricas. Em química, a influência da área superficial na velocidade de dissolução de comprimidos efervescentes é investigada, evidenciando como o aumento da área superficial pode acelerar uma reação. Na física, a montagem de uma "cama de pregos" ilustra a distribuição da pressão sobre uma superfície, mostrando como varia a força aplicada para estourar balões pressionados em diferentes configurações de áreas de pregos. Esse tipo de abordagem prática e interdisciplinar busca tornar o aprendizado mais significativo, estimulando o interesse pela matemática e suas aplicações práticas nas diferentes ciências.

Palavras-chaves: ensino de ciências; experimentos didáticos; materiais de baixo custo; interdisciplinaridade.

An interdisciplinary approach to surface area teaching using low-cost materials in mathematics, chemistry and physics

ABSTRACT: This work approaches, in an interdisciplinary way, the concept of surface area, connecting mathematical theory with practices from mathematics, chemistry and physics. Practical activities and experiments are presented, using low-cost and easily accessible materials, which can keep the student's attention for longer and facilitate the understanding of the contents, in addition to making the classes more attractive. In mathematics, the Pythagorean Theorem is explored as an interactive didactic model, visually demonstrating its geometric relationships. In chemistry, the

CIPPUS
(ISSN2238-9032)

[1] Universidade Federal da Fronteira Sul. E-mail: andresa.freitas@uffs.edu.br.
[2] Universidade Federal da Fronteira Sul. E-mail: yasmine.micheletto@uffs.edu.br.
[3] Universidade Federal da Fronteira Sul. E-mail: rayssabrunoro@gmail.com.
[4] Universidade Federal da Fronteira Sul. E-mail: roneirudke@gmail.com.
[5] Universidade Federal da Fronteira Sul. E-mail: costavitoraugusto@gmail.com.
[6] Universidade Federal da Fronteira Sul. E-mail: demenezes.vivian@gmail.com.

influence of surface area on the dissolution rate of effervescent tablets is investigated, highlighting how increasing the surface area can accelerate a reaction. In physics, the assembly of a "bed of nails" illustrates the distribution of pressure on a surface, demonstrating how the applied force to burst balloons pressed against different configurations of nail areas varies. This type of practical and interdisciplinary approach aims to make learning more meaningful, stimulating interest in mathematics and its practical applications in different sciences.

Keywords: science teaching; didactic experiments; low-cost materials; interdisciplinarity.

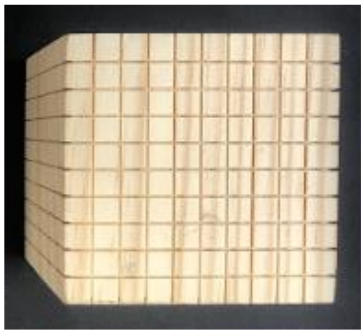
INTRODUÇÃO

A compreensão do conceito de área superficial é essencial em diversas áreas do conhecimento, desde a matemática até suas aplicações em física, química e biologia, por exemplo. A área superficial não só desempenha um papel fundamental na resolução de problemas práticos, como também nos permite entender sobre a geometria e a estrutura dos objetos que nos cercam. Neste artigo são abordados os conceitos de área superficial de forma a conectar a teoria matemática com experimentos de fácil acesso, que podem ser realizados em sala de aula ou em casa, tanto para a abordagem de definições matemáticas, quanto para o entendimento de alguns fenômenos químicos e físicos, de forma interdisciplinar.

A área é uma grandeza que representa a medida da superfície de uma figura plana. Na matemática, o Teorema de Pitágoras faz uma relação entre os comprimentos dos lados de qualquer triângulo retângulo afirmando que a área do quadrado, cujo lado é a hipotenusa do triângulo, é igual à soma das áreas dos quadrados que têm como lados cada um dos catetos (Wagner, 2015).

Em um objeto sólido, a área superficial corresponde à medida da área total que a superfície do objeto ocupa. No caso de um cubo, o cálculo de sua área superficial é realizado pela soma das áreas de suas seis faces (Dolce; Pompeo, 2013). A Figura 1 representa um cubo cuja aresta mede 10 cm, e consequentemente a área de cada face mede 100 cm^2. Assim, a área superficial do cubo é de 600 cm^2, que é a soma das áreas das seis faces de 100 cm^2. Porém, se dividirmos esse mesmo cubo ao meio (Figura 2) teremos um aumento da área superficial para 800 cm^2, pois surgirão duas novas faces de 100 cm^2 cada.

Figura 1 - Cubo de 10 cm de aresta, com área superficial de 600 cm^2.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 - Cubo de 10 cm de aresta dividido ao meio, com área superficial de 800 cm^2.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A área superficial é um conceito de extrema relevância no contexto químico, uma vez que é um dos fatores que afetam a velocidade de uma reação química. Quanto menores forem as dimensões das partículas de uma substância ou material, maior será a área superficial total exposta, o que permite maior contato, resultando em reações mais rápidas (Pilling, [s.d]). Além disso, quando se trata da biodisponibilidade de um fármaco, a área superficial exerce uma importante influência, juntamente com outros fatores, tais como a velocidade de dissolução e o tamanho da partícula (Fangueiro et al., 2012).

A área superficial de um objeto também tem influência significativa em conceitos físicos, como na pressão exercida por corpos ou fluidos sobre objetos. A pressão é definida como a força exercida por unidade de área, ou seja, quando a área superficial de um objeto aumenta, a pressão exercida sobre ele (ou por ele) diminui, e vice-versa (Young; Freedman, 2008).

Neste trabalho buscou-se integrar a teoria com a prática, a fim de fornecer uma abordagem eficiente para o estudo da área superficial e suas influências, proporcionando ferramentas que pudessem tornar o aprendizado do educando mais significativo. Partindo dos fundamentos matemáticos, abordou-se o Teorema de Pitágoras de maneira lúdica, utilizando-se o material dourado[2] como ferramenta. Na área da química estudou-se esse tema de forma experimental, mostrando a influência da área superficial na dissolução de comprimidos efervescentes. Por fim, a pressão exercida por pregos em balões foi utilizada para demonstrar como a área superficial pode ser abordada dentro da física.

Além disso, este trabalho mostra a importância da experimentação como uma ferramenta pedagógica importante, capaz de estimular a curiosidade, promover a investigação ativa e consolidar o aprendizado. Os experimentos propostos neste artigo foram selecionados por sua simplicidade e acessibilidade, permitindo que estudantes e educadores explorem os conceitos de área superficial de maneira prática e de forma simples. Ao unir teoria e prática, espera-se promover o interesse pela utilidade da matemática e suas aplicações interdisciplinares nas diferentes ciências.

Referencial Teórico

De acordo com Moreira (2021), no cenário da educação nacional e internacional, o ensino de ciências e matemática está voltado para a testagem (*teaching for testing*), focando no treinamento de respostas corretas. Dentre outras características do ensino de ciências, ele também menciona o modelo da narrativa, em que o professor narra a matéria e não há experiências de laboratório, além do modelo tradicional de ensino, baseado em aulas expositivas e exercícios repetitivos. Contudo, aulas somente expositivas tornam-se cansativas tanto para o aluno quanto para o professor, além de não serem capazes de manter a atenção do educando por muito tempo, dificultando a compreensão dos conteúdos (Fiscarelli, 2007).

Considerando que o ensino de ciências e matemática é fundamental para o desenvolvimento de habilidades e competências nessas áreas, torna-se eminente a busca por outros meios para auxiliar o aprendizado do educando (Martins; Rodrigues; Andrade, 2022). De acordo com Silva (2017), a diversidade de materiais contribui para a personalização do ensino, atendendo às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos.

Dentre as diversas estratégias que podem ser utilizadas como facilitadoras da aprendizagem, os materiais didáticos manipuláveis constituem um importante recurso didático a serviço do professor em sala de aula, uma vez que podem tornar as aulas de matemática e ciências mais dinâmicas e mais fáceis de serem compreendidas, por trazerem uma aproximação da teoria com a prática (Rodrigues; Gazire, 2012). Um exemplo é o jogo didático, que consiste numa atividade lúdica, cuja aplicação desenvolve certas características no educando, tais como o caráter investigativo, tomada de decisão e convivência em grupo (Silva, 2021a).

[1] O material dourado é uma ferramenta pedagógica que inclui blocos, cubos, barras e outros objetos de diferentes tamanhos, com o objetivo de auxiliar no ensino da matemática.

De acordo com Silva (2021b) e Bugs *et al.* (2020), a aplicação de projetos e experimentos em sala de aula, que promovam a interação do aluno com o assunto abordado, pode contribuir para a mudança do ensino passivo para o ensino ativo, fazendo com que o educando participe mais das aulas e produza discussões que agregam para o aprendizado do conteúdo.

Com relação aos experimentos didáticos, sua importância está na aplicação prática de conceitos teóricos, promovendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos estudados. Os experimentos estimulam a curiosidade, o pensamento crítico e a resolução de problemas, tornando o aprendizado mais significativo (Araújo *et al*., 2022). O aluno que interage com os experimentos consegue visualizar os fenômenos mais atentamente, além de ter sua criatividade e autoaprendizagem instigadas (Marques *et al*., 2021).

Silva *et al.* (2021) conduziram um experimento prático, para complementar o estudo teórico de alguns conceitos de hidrostática e eletrostática. Neste estudo, foram propostos testes de conhecimento aos educandos, antes e após as práticas. Os resultados mostraram que os alunos obtiveram uma melhora na compreensão do conceito teórico, após sua visualização na prática. Com isso, concluiu-se que a metodologia de aulas experimentais instiga os alunos e auxilia na compreensão do conteúdo.

Pantoja e Pereira (2020) desenvolveram um experimento que proporcionou aos alunos uma investigação do conteúdo, colaborando para elaboração do pensamento criativo. Nele, os educandos, separados em grupos, receberam diversos sólidos geométricos e uma ficha para preencher. Nesta ficha, deveriam preencher o número de arestas, vértices e anotar observações que julgassem pertinentes, isto sem o professor explicar o conteúdo antes. Com esta ficha, os alunos conseguiram encontrar relações matemáticas entre o número de arestas e vértices, mostrando que a interação com experimentos auxilia de forma positiva no processo de aprendizagem.

Silva (2021a) utilizou um jogo didático para auxiliar na compreensão de equilíbrio químico. A atividade obteve resultados satisfatórios, despertando o interesse e a integração do educando com o conteúdo. O jogo foi construído com materiais de baixo custo, o que torna sua construção e aplicação acessíveis.

Vale ressaltar que aulas experimentais em laboratórios de ciências são de extrema importância, considerando que os educandos colocarão em prática as hipóteses e ideias aprendidas em sala de aula sobre fenômenos naturais ou tecnológicos (Carmo; Schimin, 2008). A integração do aluno com experimentos é uma forma de tirar o conhecimento do papel e trazer para o mundo real. Contudo, esta não é uma tarefa fácil, uma vez que demanda um custo para a confecção dos mesmos (Santos, 2022). Outro grande obstáculo desta prática é a situação de muitas escolas que não dispõem de espaço e equipamentos adequados para a realização de experimentos pelos estudantes ou mesmo pelo professor.

Uma proposta interessante para superar essa deficiência consiste na implementação de laboratórios e na construção de experimentos utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso (Santos *et al.*, 2004 *apud* Duarte, 2012). Desta forma, com a utilização de experimentos de baixo custo, o ensino se tornaria viável, facilitando o aprendizado de ciências e matemática em situações dentro e fora de sala de aula (Ávila; Matos, 2017).

Apesar dos benefícios, a implementação bem-sucedida de experimentos e materiais didáticos requer planejamento, formação de professores e acesso a recursos adequados. Também é importante considerar a contextualização dos materiais para garantir relevância cultural e social (PRADO, 2019). Segundo Grünfeld de Luca *et al.* (2018), a contextualização tem a importância de proporcionar um espaço de participação para o educando, instigando o compartilhamento das ideias provenientes do conhecimento prévio sobre o tema proposto e possibilitando o diálogo com outros saberes, indo além dos conteúdos de uma área do conhecimento.

Neste sentido, a contextualização está estreitamente associada ao processo de interdisciplinaridade, pois permite a interação entre saberes de várias áreas, relacionados a um fenômeno estudado. De acordo com Morin (2003), a interdisciplinaridade é essencial para superar a fragmentação do conhecimento e promover uma visão integradora da realidade. Além disso, segundo Fernandes (2018), a interdisciplinaridade possibilita que o educando compreenda e reconstrua os diversos conceitos da sociedade na qual está inserido, a partir do desenvolvimento de uma postura crítica e consciente. Dessa forma, entende-se que situações interdisciplinares, relacionadas à construção do conhecimento, precisam

ser incorporadas ao ensino, acompanhando a velocidade das mudanças da ciência e da sociedade.

No entanto, apesar do reconhecimento dos benefícios da interdisciplinaridade, ainda existem muitos obstáculos que dificultam sua aplicação e, segundo Hawkey, James e Tidmarsh (2019), trabalhar de forma interdisciplinar pode apresentar desafios significativos. De acordo com Gauer (2013), um dos obstáculos é a construção de uma nova arquitetura organizacional que favoreça este modelo de trabalho, somada as dificuldades encontradas pelos professores durante a construção e implementação de aulas interdisciplinares (Tonnetti; Lentillon-Kaestner, 2023). Logo, é indispensável que instituições e professores incentivem metodologias de ensino inovadoras, que propiciem a participação ativa, interessada e comprometida com o processo de aprendizagem, envolvendo contextualização, interdisciplinaridade, experimentação, vivências e convivências em tempos e espaços escolares e extraescolares (Grünfeld De Luca *et al.*, 2018).

Materiais e Métodos

Nesta sessão são apresentadas três situações didáticas que abordam o conceito de área superficial, abrangendo conteúdos de matemática (o Teorema de Pitágoras), química (influência da área superficial na velocidade de uma reação) e física (cama de pregos), respectivamente.

Estas situações foram desenvolvidas durante duas oficinas oferecidas para turmas com estudantes de séries finais do ensino fundamental e ensino médio. Para a realização desta sequência didática os estudantes foram divididos em grupos e receberam os respectivos materiais descritos abaixo. Por segurança, somente no caso da cama de pregos o experimento foi realizado pelo professor.

O Teorema de Pitágoras

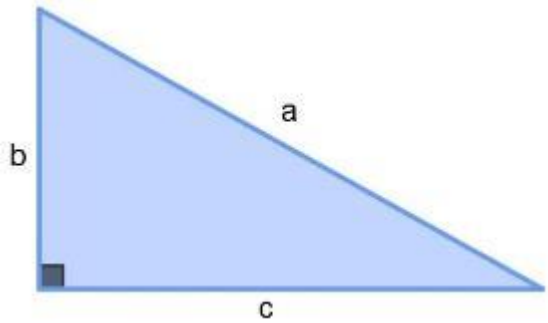
O teorema de Pitágoras apresenta uma relação entre os lados do triângulo retângulo e leva o nome do matemático grego Pitágoras, pois ele foi o primeiro a realizar uma demonstração deste teorema, no século VI a.C. (Boyer, 1974). Apesar do nome do teorema atribuir sua descoberta à Pitágoras, este teorema já vinha sendo utilizado antes por diferentes povos (Eves, 1995). Um exemplo disso é a descoberta de tabletes babilônicos datados de 1600 a 1800 a.C. que continham os lados de um triângulo retângulo (Wagner, 2015).

O teorema de Pitágoras diz que em qualquer triângulo retângulo (ver Figura 3), a área do quadrado cujo lado é a hipotenusa do triângulo é igual à soma das áreas dos quadrados que têm como lados cada um dos seus catetos (Waner, 2015). Assim sendo, tal teorema é guiado pela seguinte fórmula:

$$a^2 = b^2 + c^2, \qquad (1)$$

onde “a” representa a hipotenusa e “b” e “c”, os catetos do triângulo retângulo.

Figura 3 - Triângulo retângulo de lados a, b e c.

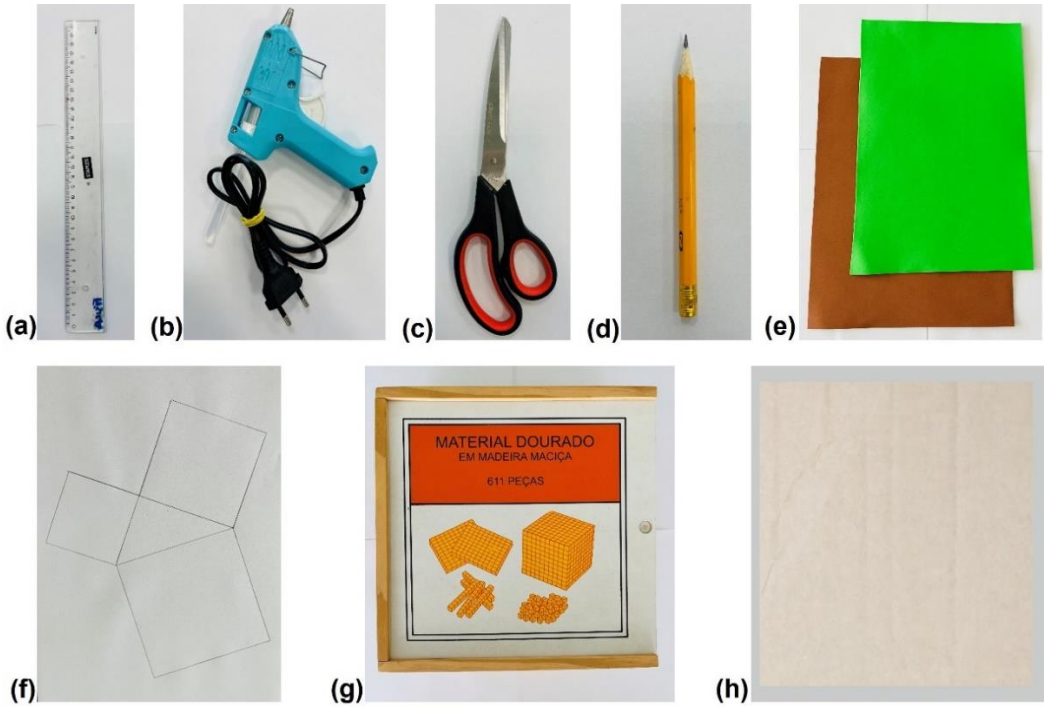


Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste trabalho criou-se um modelo que verifica a teoria do Teorema de Pitágoras a partir de um material didático de baixo custo, de forma interativa e significante. Os itens utilizados para a produção do material didático estão ilustrados na Figura 4.

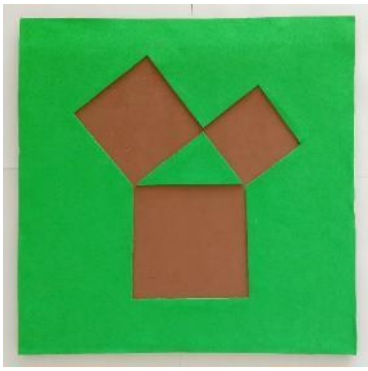
O material didático foi montado a partir de uma base preparada com um quadrado de papelão de 30 cm de lado, que foi encapado com folhas de EVA marrom. Na face superior da base foi colado um EVA verde com regiões vazadas, representando os quadrados formados pelos lados do triângulo retângulo, cujos lados medem 6, 8 e 10 cm, conforme ilustrado na Figura 5. O material dourado foi utilizado para o preenchimento das áreas dos quadrados, com o intuito de visualizar a fórmula do teorema de Pitágoras de maneira concreta. Para este fim, foram utilizados os cubos de 1 cm de aresta do material dourado.

Figura 4 - Materiais utilizados na produção do material didático sobre o Teorema de Pitágoras: a) régua; b) cola quente; c) tesoura; d) lápis; e) folhas de EVA; f) molde em folha sulfite; g) material dourado; (h) papelão.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 - Modelo didático confeccionado para o estudo do teorema de Pitágoras.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Influência da área superficial na velocidade de uma reação

A influência da área superficial pode ser abordada no estudo de velocidades de reações químicas por meio dos diferentes tempos de dissolução de um comprimido efervescente. De forma geral, os comprimidos efervescentes são compostos por um fármaco principal, um ácido orgânico e o sal inorgânico. Assim, quando ocorre a reação de dissolução do comprimido em água, há liberação de gás carbônico, podendo ser perceptível pelo aparecimento de bolhas (Nogara; Maraschin, 2023).

Neste trabalho, foi realizado um experimento com a finalidade de mostrar a influência da área superficial na velocidade de dissolução de comprimidos efervescentes. Para isso, foram utilizados dois comprimidos, um inteiro e outro partido em vários pedaços, sendo que o último apresenta área superficial maior do que o primeiro. A Figura 6 ilustra os materiais utilizados no experimento.

Figura 6 - Materiais utilizados no experimento sobre a influência da área superficial na velocidade de uma reação: (a) dois béqueres com água; (b) comprimido efervescente (vitamina C) inteiro; (c) comprimido efervescente (vitamina C) partido; (d) cronômetro (opcional).

Fonte: Elaborado pelos autores.

A realização do experimento consiste nos seguintes passos:

1) Adição simultânea de cada comprimido (inteiro e partido) nos béqueres com 1L de água (em temperatura ambiente) em cada.
2) Início da contagem do tempo, por meio do cronômetro, no momento da adição dos comprimidos.
3) Verificação de qual comprimido terá dissolução mais rápida.

Cama de Pregos

O objetivo de construir uma cama de pregos foi observar os efeitos da pressão devido à mudança da área de contato entre pregos e corpos. Essa estrutura, na qual muitos pregos estão dispostos de forma bem próxima uns dos outros, é frequentemente usada em demonstrações de física e até mesmo em alguns espetáculos, como de faquires e nos circos, onde as pessoas deitam-se sobre camas de pregos sem sofrer ferimentos (Camarero; Oliveira, 2015), desafiando a intuição do público. Por questões de segurança, em nosso experimento sugerimos utilizar balões, ao invés das mãos ou do próprio corpo. A Figura 7 ilustra os materiais utilizados na montagem da “cama de pregos”.

Figura 7 - Materiais utilizados para a montagem da "cama de pregos": (a) base de madeira mdf; (b) pregos; (c) martelo; (d) furadeira (opcional); (e) régua; (f) lápis; (g) caneta permanente; (h) balões; (i) luvas de proteção.

Fonte: Elaborado pelos autores.

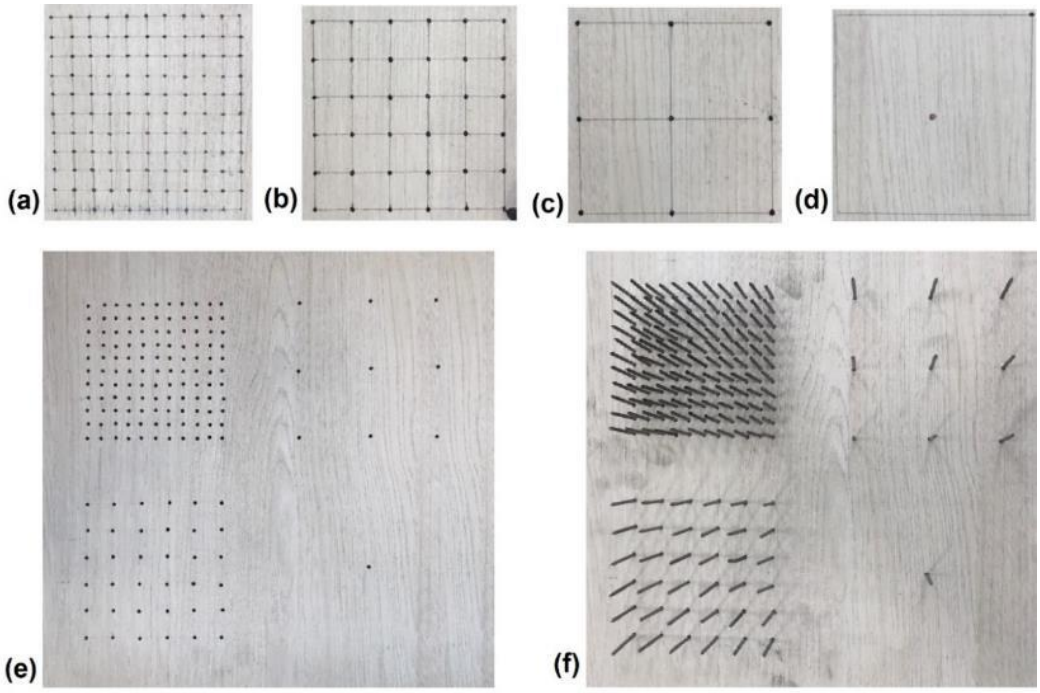
Primeiramente, desenhou-se quatro quadrados de 10 cm cada lado na base de madeira mdf, com o auxílio de uma régua e um lápis, formando quadrados com áreas de 100 cm². Em seguida, procedeu-se da seguinte maneira:

1) No primeiro quadrado foram marcados pontos a cada 1 cm de distância entre eles, sendo então definidos 121 pontos (Figura 8(a)).
2) No segundo quadrado foram marcados pontos a cada 2 cm de distância entre eles, definindo um total de 36 pontos (Figura 8(b)).
3) No terceiro quadrado foram marcados pontos a cada 5 cm de distância entre eles, totalizando 9 pontos (Figura 8(c)).
4) No quarto quadrado marcou-se apenas um ponto no centro da área (Figura 8(d)).

Na sequência, com o auxílio de uma furadeira, que pode ser opcional para auxiliar na colocação dos pregos, com uma broca de diâmetro menor do que o dos pregos a serem utilizados, fez-se os furos nos pontos marcados (Figura 8(e)). Então, com um martelo, colocou-se os pregos nos furos até que atingissem o limite da cabeça do prego (Figura 8(f)).

Após a montagem do experimento, deve-se encher quatro balões e pressionar cada um deles (utilizando a luva de proteção) nas quatro diferentes áreas de pregos, a fim de observar como varia a força aplicada para estourar os balões em cada uma das áreas.

Figura 8 - Montagem do experimento "cama de pregos": (a) 121 marcações; (b) 36 marcações; (c) 9 marcações; (d) 1 marcação; (e) furos feitos com a furadeira nas marcações da base de madeira; (f) cama de pregos montada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

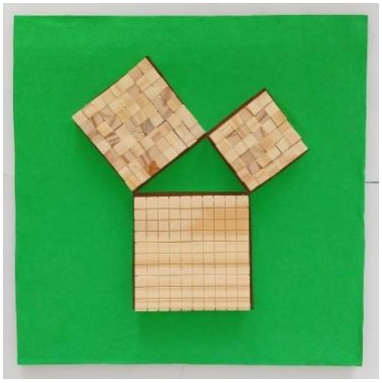
RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Teorema de Pitágoras

O objetivo desta proposta foi desenvolver um material didático de baixo custo com o intuito de favorecer o aprendizado de forma lúdica e criativa. Com os cubos de 1 cm de aresta do material dourado, utilizado para preencher as áreas dos quadrados do modelo (ver Figura 9), pode-se observar de forma concreta que a soma das áreas dos quadrados dos catetos (64 cm^2 + 36 cm^2) é igual a área do quadrado da hipotenusa do triângulo retângulo (100 cm^2), verificando assim, a teoria que rege a fórmula do Teorema de Pitágoras.

Esta verificação foi realizada a partir de um exemplo específico de um triângulo retângulo proporcional ao "3,4,5", por ser um triângulo cujos lados têm medidas inteiras. Mas, é importante ressaltar que o Teorema de Pitágoras é válido para qualquer triângulo retângulo.

Figura 9 - Modelo didático preenchido com material dourado.

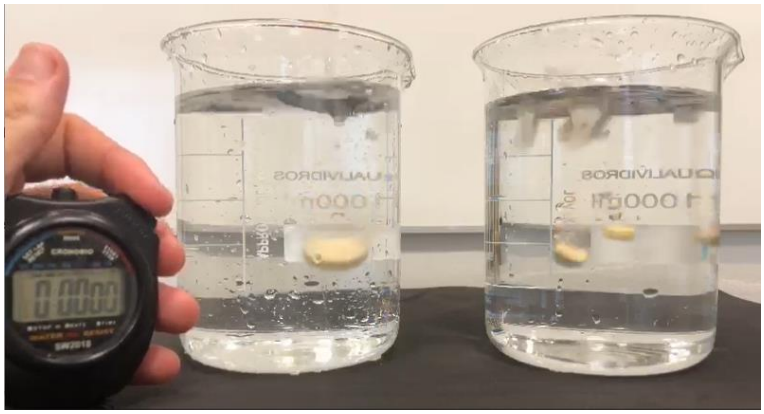


Fonte: Elaborado pelos autores.

Influência da área superficial na velocidade de uma reação

Esta proposta de experimento teve o objetivo de mostrar a influência da área superficial na velocidade de uma reação química, por meio da dissolução de comprimidos efervescentes em água. Conforme ilustra a Figura 10, ao serem adicionados os comprimidos (inteiro e partido) nos béqueres, iniciou-se a marcação do tempo por meio de um cronômetro. O intuito foi verificar qual comprimido iria se dissolver mais rapidamente, considerando a diferença entre suas áreas superficiais, visto que o comprimido fragmentado apresenta uma área superficial maior.

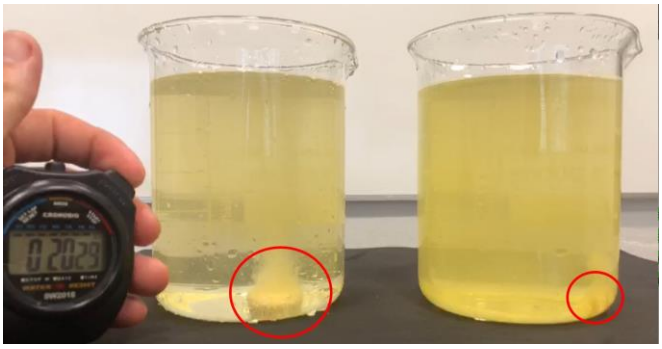
Figura 10: Montagem do experimento com a adição simultânea de dois Comprimidos efervescentes (um inteiro e um partido) em água.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 11 mostra a variação da coloração dos dois béqueres após 20 segundos de reação. Observa-se que o béquer contendo o comprimido fragmentado apresentou uma coloração mais intensa. Além disso, pode-se perceber a liberação de gás carbônico pelo aparecimento de bolhas acima dos comprimidos.

Figura 11 - Reação após 20 segundos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A dissolução do comprimido fragmentado foi concluída após 69 segundos de reação. Neste tempo, foi possível observar que apenas o comprimido inteiro não foi completamente dissolvido (Figura 12).

Figura 12 - Visão superior dos béqueres após 69 segundos de reação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo assim, o experimento de dissolução de um comprimido efervescente inteiro e um comprimido em pedaços possibilitou o estudo do efeito da área superficial na velocidade de uma reação química. Neste caso, verificou-se que com o aumento da área superficial (do comprimido fragmentado), ocorreu um aumento da superfície exposta em contato com água, levando a uma maior velocidade de dissolução.

Cama de Pregos

De acordo com Young e Freedman (2008) a pressão é uma medida de força exercida por uma substância (como um gás ou um líquido) em uma área específica. Ela é uma grandeza física fundamental e é frequentemente expressa em unidades como pascal (Pa), atmosfera (atm) ou libra-força por polegada quadrada (psi).

A pressão é definida matematicamente como a razão entre a força aplicada perpendicularmente à uma superfície e a área sobre a qual essa força atua. A fórmula geral da pressão é:

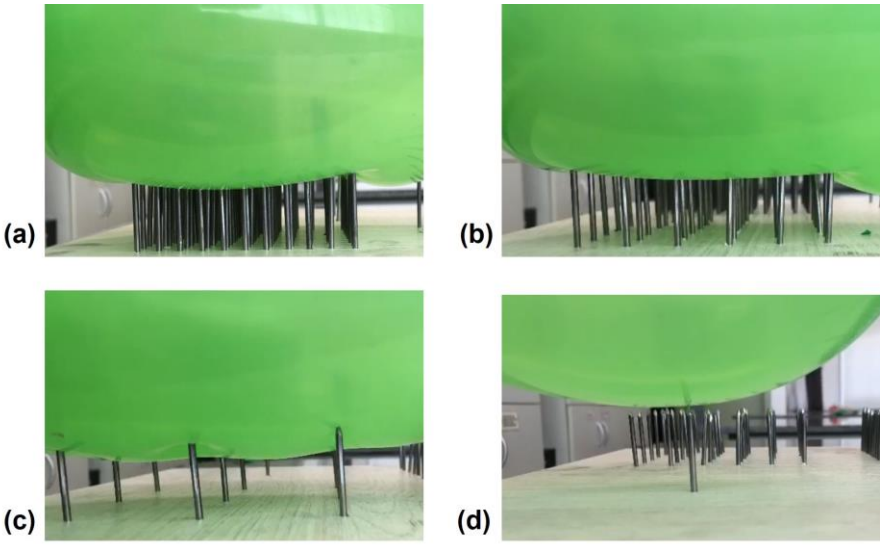
$$P = \frac{F}{A}, \qquad (2)$$

onde “P” é a pressão em pascal (Pa) ou na unidade de medida escolhida; “F” é uma força aplicada perpendicularmente à superfície em newton (N) ou outra unidade de força e “A” é uma área sobre a qual a força atua em metros quadrados (m^2) ou outra unidade de área.

Como a pressão é definida como força sobre área (Sampaio; Calçada, 2005), ao colocar um balão sobre uma cama de pregos, o peso do corpo (no caso, o balão) é distribuído sobre muitos pregos e, consequentemente, sobre uma grande área, resultando em uma pressão menor em cada prego individualmente. Se o balão é pressionado em apenas um prego, a pressão é bem mais alta, sendo necessário menos força para estourar o balão.

Na Figura 13, observa-se os quatro balões pressionados em cada uma das quatro diferentes áreas de pregos. Pode-se observar, pelo formato do balão em contato com os pregos, que a força aplicada para estourar os balões em cada uma das áreas varia, tendo sido aplicada uma maior força na área com mais pregos, antes que o balão estourasse.

Figura 13: Balões pressionados nas quatro diferentes áreas de pregos no experimento "cama de pregos": (a) 121 pregos; (b) 36 pregos; (c) 9 pregos; (d) 1 prego.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, através deste experimento, pode-se verificar que quanto maior o número de pregos, maior a área de contato entre os pregos e o balão e menor a pressão exercida por cada prego.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem interdisciplinar da área superficial aqui apresentada permite uma compreensão mais ampla e aplicada desse conceito em diferentes áreas do conhecimento. Ao conectar a teoria matemática com experimentos que utilizam materiais de fácil acesso, é possível elucidar a teoria envolvida, bem como demonstrar suas aplicações em contextos reais.

O Teorema de Pitágoras, que é amplamente conhecido na matemática, pode ser explorado de forma lúdica e palpável, através da montagem de um modelo didático de fácil acesso. A visualização das relações entre os quadrados dos catetos e da hipotenusa de um triângulo retângulo proporciona uma compreensão mais intuitiva desse importante teorema geométrico.

No âmbito da química, o estudo da influência da área superficial na velocidade da dissolução de um comprimido efervescente proporciona aos estudantes um melhor entendimento de fatores que podem afetar a cinética de uma reação química. A realização de experimentos como o demonstrado aqui, em diferentes condições, demonstra claramente como o aumento da área superficial favorece uma reação mais rápida, o que pode facilitar a relação deste conhecimento com processos químicos do cotidiano.

Somando-se a isso, na física, a exploração da pressão exercida sobre uma superfície, exemplificada pela montagem da "cama de pregos", proporciona uma compreensão tangível do conceito de pressão e sua relação com a área superficial de contato entre corpos/substâncias. A observação das variações na força necessária para estourar balões em diferentes configurações de pregos destaca a importância da área superficial na distribuição da pressão, uma grandeza fundamental não só na física, mas nas engenharias e ciências naturais.

Esta sequência didática foi desenvolvida ao longo de oficinas realizadas para duas turmas, com estudantes de séries finais do ensino fundamental e ensino médio. Durante a prática, pode-se perceber o interesse e o engajamento deles nas atividades propostas.

Diante do exposto, ao se promover uma abordagem mais integrada e prática dos conceitos teóricos, espera-se estimular o interesse dos educandos e educadores pela matemática e suas aplicações interdisciplinares nas diversas áreas do conhecimento. Além disso, é importante ressaltar que a aplicação de projetos, experimentos e materiais didáticos desempenha um papel importante no processo

educacional, visto que enriquece o aprendizado, proporcionando experiências práticas e interativas que complementam o ensino teórico.

Agradecimentos

Agradecemos à UFFS, CNPq e Fundação Araucária pelo auxílio financeiro e bolsas de iniciação científica (Edital N° 153/GR/UFFS/2024 e Edital Nº 154/GR/UFFS/2024, projetos sob registro PRISMA PES-2022-0036, PES-2024-0423, PES-2024-0416, PES-2024-0262, PES-2024-0220, PES-2024-0430, PES-2024-0417, PES-2024-0366, PES-2024-0327, PES-2024-0326, PES-2024-0325.

Referências

ARAÚJO, A. A.; SILVA, J. S.; SOUZA, C. D. F.; MOURA, A. R. M. Ensino de ciências por investigação: um olhar nos anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciência. *In:* CONAPESC – CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIA, 7., 2022, Online. **Anais** [...]. Online, 2022.

ÁVIALA, S. G.; MATOS, J. R. Compostos coloridos do ferro: Uma proposta de experimentação utilizando materiais de baixo custo. **Educación Química**, v. 28, n. 4, p. 254–261, 2017.

BOYER, C. B**. História da matemática.** São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BUGS, C. A.; MENEZES, G. L.; NUNES, D. G.; ROCHA, J. M. Do experimento à experimentação: metodologia ativa no ensino de trigonometria. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, p. e4, 2020.

CARAMELO, A.; OLIVEIRA, A. **Cravo na Carne:** fama e fome, o faquirismo feminino no Brasil. São Paulo: Veneta, 2015.

CARMO, S.; & SCHIMIN, E. S. **O Ensino da Biologia através da Experimentação**. Guarapuava, 2008. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf. Acesso em: 13 fev. 2024.

DOLCE, O.; POMPEU J. N. **Fundamentos de Matemática Elementar:** Geometria Espacial, posição e métrica. 7. ed. São Paulo: Atual, 2013.

DUARTE, S. E. Física para o Ensino Médio usando Simulações e Experimentos de Baixo Custo: Um Exemplo Abordando Dinâmica da Rotação. **Cad. Bras. Ens. Fís**, v. 29, n. Especial 1, p. 525-542, 2012.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Campinas: Editora da Unicamp, 1995.

FANGUEIRO, J. F.; MARQUES I. R.; SEVERINO P.; SANTANA, M. H. A.; SOUTO, E. B. Desenvolvimento, produção e caracterização de nanocristais de fármacos pouco solúveis. **Quim. Nova**, v. 35, n. 9, p. 1848-1853, 2012.

FERNANDES A. M. M. Interdisciplinaridade no ensino e aprendizagem: novas perspectivas e desafios na atualidade. **Id on Line Rev. Mult. Psic**, v.12, n. 40, 2018.

FISCARELLI, R. B. O. Material didático e prática docente. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 2, n. 1, p. 31–39, 2007.

GAUER, R. M. C. Interdisciplinaridade e pesquisa. **Civitas (Porto Alegre)**, v. 13, n. 3, p. 536-543, 2013.

GRÜNFELD DE LUCAA, A., APARECIDA DOS SANTOS, S.; DEL PINO, J.; CÂMARA PIZZATO, M. Experimentação contextualizada e interdisciplinar: uma proposta para o ensino de ciências. **Rev. Insig. Scientia,** v. 1, n. 2, p. 1-21, 2018.

HAWKEY, K.; JAMES, J.; TIDMASH, C. Using Wicked problems to foster interdisciplinary practice among UK trainee teachers. **Journal of Education for Teaching**, v. 45, n. 4, p. 446–460, 2019.

MARQUES, H. R.; CAMPOS, A. C.; ANDRADE, D. M.; ZAMBALDE, A. L. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. **Avaliação:** Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), v. 26, n. 3, p. 718–741, 2021.

MARTINS, W. V. A.; RODRIGUES, C. G.; ANDRADE, E. V. O ensino sobre força de empuxo auxiliado por experimentos de fácil acesso. **Revista Mais Educação**, v. 5, p. 1082- 1092, 2022.

MOREIRA, M. A. Ensino de Ciências: Críticas e Desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16 n.2, p. 1-10, 2021.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

NOGARA, P. A.; MARASCHIN, A. A. Aula experimental inclusiva sobre fatores que afetam a velocidade das reações. *In*: EDEQ - ENCONTROS DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 42., 2023, Porto Alegre. **Anais** [..]. Porto Alegre: UFRGS, 2023.

PANTOJA CORRÊA, J. N.; PEREIRA, D. C. Um Estudo sobre o Ensino de Poliedros por Atividades. **REMATEC**, v. 15, n. 35, p. 228–244, 2020.

PILLING, S. **Estudo fenomenológico e quantitativo dos fatores que influenciam na velocidade de reações.** Universidade do Vale do Paraíba, Fís.-Qui. Exp. 1 – Prática 3: Cinética Química, [s.d.]. Disponível em: https://www1.univap.br/spilling/FQE1/FQE1_EXP3_Cinetica.pdf. Acessado em 07 de dezembro de 2023.

PRADO, G. F. **Metodologias ativas no ensino de ciências:** um estudo das relações sociais e psicológicas que influenciam a aprendizagem. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da área de concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Bauru-SP, 2019.

RODRIGUES, F. C.; GAZIRE, E. S. Reflexões sobre uso de material didático manipulável no ensino de matemática: da ação experimental à reflexão. **Revemat: R. Eletr. de Edu. Matem,** v. 7, n. 2, p. 187-196, 2012.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física 2:** Hidrostática, Termologia e Óptica. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005.

SANTOS, G. **Atividades experimentais de baixo custo para o ensino de mecânica**. Repositório PUC, 2022.

SILVA, A. C. Resenha do Livro: Aprendizagem Multimídia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, e2757, 2017.

SILVA, M. C.; SOUZA, R. C. S.; SOUZA, D. R.; SILVEIRA, B. G. M. Experimentos de Hidrostática e Eletrostática em conjunto com atividades teóricas direcionadas ao ensino médio. **Educitec:** Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 7, p. e124221, 2021.

SILVA, R. S. Um jogo didático para o ensino de equilíbrio químico. **Revista Amor Mundi**, v. 2, n. 1, p. 31–39, 2021a.

SILVA, R. R. C. Metodologias passivas versus ativas: estudo de campo num curso de graduação em engenharia civil. **Educitec:** Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 7, p. e136721, 2021b.

TONNETTI, B.; LENTILLON-KAESTNER, V. Interdisciplinarity in secondary school: A systematic review. **Cogent Education,** v. 10, n. 1, 2023.

WAGNER, E. **Teorema de Pitágoras e áreas**. Rio de Janeiro: IMPA, 2015.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008.